

**PENGARUH RASIO d/B DAN JUMLAH LAPISAN PERKUATAN
GEOGRID PADA TANAH PASIR TERHADAP DAYA DUKUNG
TANAH DENGAN PONDASI MENERUS**

**NASKAH TERPUBLIKASI
TEKNIK SIPIL**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**DANU KURNIAWAN
NIM. 125060100111010**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2016**

PENGARUH RASIO d/B DAN JUMLAH LAPISAN PERKUATAN GEOGRID PADA TANAH PASIR TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH DENGAN PONDASI MENERUS

Danu Kurniawan, As'ad Munawir, Suroso

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia
Email : danuyohanes@gmail.com

ABSTRAK

Daya dukung merupakan hal yang sangat penting dalam merencanakan pondasi, oleh karena itu butuh perkuatan untuk tanah yang memiliki daya dukung yang rendah. Dalam menambah daya dukung dibutuhkan perkuatan. Dalam penelitian ini digunakan perkuatan berupa geogrid. Untuk mengetahui penggunaan secara efektif, maka dilakukan penelitian ini dengan menggunakan variasi rasio d/b dan jumlah lapis geogrid. Dari hasil penelitian ini menunjukkan semakin dalam dan semakin banyak jumlah lapisan maka daya dukung semakin meningkat. Dari hasil perbandingan tanah perkuatan terhadap tanpa perkuatan didapatkan nilai efektif pada kedalaman 0,5B dan jumlah lapis perkuatan adalah 2.

Kata kunci : daya dukung, tanah pasir, perkuatan geogrid, variasi d/B, variasi lapisan geogrid.

ABSTRACT

Bearing capacity is very important in planning the foundation, therefore, need reinforcement to soil that has low bearing capacity. In adding to the bearing capacity required retrofitting. In this study used form of geogrid reinforcement. To determine the effective use, this research is conducted by using a variation of ratio d / B and the number of layers of geogrid. From the results of this study show the deeper and the more the number of layers increases the bearing capacity. From the comparison of land without and with reinforcement the effective values obtained at depths 0,5B and the number of layers of reinforcement is 2.

Keywords : bearing capacity, ground sand, reinforcement geogrid, d/B variation, variation geogrid layers.

PENDAHULUAN

Pondasi adalah konstruksi bawah struktur yang berfungsi menerima dan meneruskan beban struktur ke tanah tanpa mengakibatkan keruntuhan geser dan penurunan pondasi berlebih dengan meratakan beban terhadap tanah. Untuk mengurangi penurunan dan menambah daya dukung maka dibutuhkan perkuatan berupa penambahan geogrid dan kedalaman pondasi

TUJUAN

Tujuan penelitian ini antara lain adalah untuk mengetahui daya dukung akibat variasi kedalaman dan jumlah lapis geogrid. Kemudian dari hasil daya dukung dengan perkuatan tersebut dibandingkan dengan daya dukung tanpa perkuatan untuk mendapatkan angka penambahan sehingga didapatkan hasil yang efektif untuk penggunaan faktor kedalaman dan jumlah lapis geogrid.

TINJAUAN PUSTAKA

Pasir

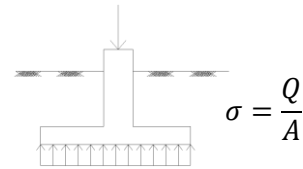
Pasir merupakan tanah yang tertahan saringan no 200 sebanyak 50% dari sistem pengklasifikasian U.S.C.S. Pasir padat memiliki daya dukung yang baik terhadap beban karena memiliki sudut geser yang besar, namun pada pasir lepas memiliki daya dukung yang rendah terhadap beban. Daya dukung rendah menyebabkan penurunan dan kerusakan pada bangunan di atasnya

Tegangan Kontak Pondasi Dangkal

Tegangan yang terjadi di bawah pondasi akibat beban di atasnya disebut tegangan kontak (*contact pressure*).

Beban yang terjadi di atas pondasi tanpa adanya kemiringan beban ataupun eksentrisitas pada beban menyebabkan tegangan tanah dibawah pondasi menjadi simetris terhadap permukaan pondasi

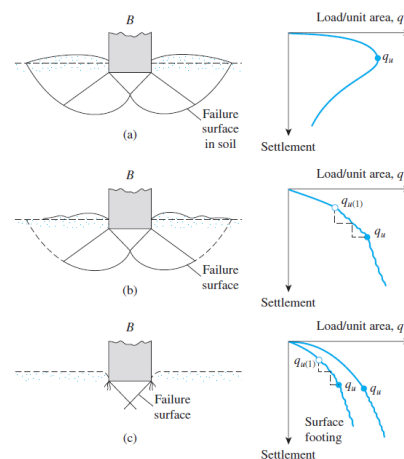
Gambar 1.



Gambar 1. Tegangan kontak

Daya Dukung Pondasi di Atas Pasir

Daya dukung (*bearing capacity*) adalah kemampuan tanah dalam menopang beban dari struktur. Daya dukung dinyatakan sebagai tahanan geser tanah untuk menahan penurunan akibat baban yang diberikan. Analisisnya digunakan konsep dengan menganggap tanah bersifat elastis.



Gambar 2. Keruntuhan Pondasi

Solusi Meyerhof

Meyerhof menyatakan solusi teoritis untuk menentukan daya dukung ultimit pada pondasi dangkal. Solusi tersebut mempertimbangkan kedalaman pondasi, bentuk pondasi, dan kemiringan beban dan kuat geser tana di atas pondasi.

$$q_u = s_c d_c i_c c N_c + s_q d_q i_q q N_q + s_\gamma d_\gamma i_\gamma 0,5 B' \gamma N_\gamma$$

dimana;

q_u = kapasitas dukung ultimit

N_c, N_q, N_γ = faktor kapasitas dukung untuk pondasi memanjang

s_c, s_q, s_γ = faktor bentuk pondasi

d_c, d_q, d_γ = faktor kedalaman pondasi

i_c, i_q, i_γ = faktor kemiringan beban

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$$

$$N_q = \tan(45^\circ + \varphi/2) e^{(\pi \tan \varphi)}$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1,4\varphi)$$

Solusi Hansen & Vesic

Hansen dan Vesic memperhitungkan factor kedalaman, inklinasi beban, inklinasi dasar, dan inklinasi permukaan tanah. Untuk $\varphi=1$ Hansen menyarankan persamaan kapasitas daya dukung ultimit sebagai berikut:

$$q_u = s_c d_c i_c b_c g_c c N_c + s_q d_q i_q b_q g_q p_o N_q + s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma 0,5 B' \gamma N_\gamma$$

dimana,

N_c, N_q, N_γ = Faktor-faktor daya dukung Hansen

$\lambda_c, \lambda_q, \lambda_\gamma$ = Faktor-faktor

q = γD_f

Panjang Penyaluran Geogrid

Panjang geogrid yang dibutuhkan geogrid menurut Demiroz dan Ozcan Tan (2010) menguji panjang efektif geogrid yang dibutuhkan dalam perkuatan pondasi dangkal. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa panjang efektif pada pondasi yang diperoleh rasio panjang dibandingkan dengan lebar pondasi $b/B = 6$. Data hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.7. Tidak ada kenaikan yang signifikan saat panjang geogrid bertambah dari $b/B = 6$ sampai $b/B = 10$.

(Sumber : Atlas Demiroz dan Ozcan Tan, 2010)

Jarak Antar Lapisan Geogrid

Dalam penelitian Pontjo Utomo (2004) menyebutkan nilai efektif rasio jarak geogrid sebesar 0,25 B. Pengujian dilakukan pada pondasi menerus pada tanah pasir. kenaikan daya dukung yang terjadi hingga 2,5-3,5 kali daya dukung tanah perkuatan.

Berdasarkan penelitian tersebut jarak antar lapisan geogrid yang dipakai adalah jarak yang optimal. Maka untuk penelitian kami gunakan parameter jarak pada penelitian Pontjo Utomo (2004) yaitu memakai 0,25 B.

(Sumber : Utomo, 2004)

Bearing Capacity Improvement (BCI)

Bearing Capacity Improvement (BCI) adalah rasio perbandingan daya dukung tanah dengan perkuatan terhadap daya dukung tanah tanpa perkuatan. Besarnya rasio tersebut dapat diperoleh dari persamaan berikut :

$$BCI = \frac{q}{q_o}$$

dimana,

BCI = *Bearing Capacity Improvement*

q = daya dukung dengan perkuatan

q_o = daya dukung tanpa perkuatan geogrid

METODE PENELITIAN

Pengujian Dasar

Dilakukan penelitian dasar pada tanah, antara lain :

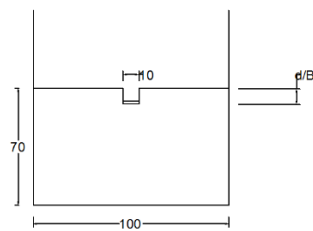
- Pemeriksaan analisis saringan menurut ASTM C-136-46
- Pemeriksaan *specific gravity* butiran tanah mengikuti ASTM D-854-58
- Kepadatan standar (*Compaction*) mengikuti ASTM D-698-70
- Pemeriksaan kekuatan geser langsung (*Direct Shear*) menurut ASTM D-3080-72
- Pemeriksaan kadar air tanah (*Water Content*) mengikuti ASTM D-2216-90

Jumlah dan Perlakuan Benda Uji

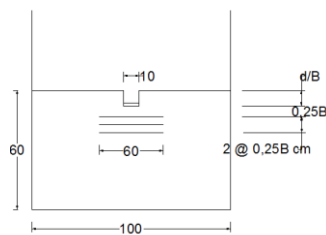
Pada penelitian ini dibuat benda uji dengan 3 variasi d/B yaitu 0, 0,5, 1 dan 3 variasi jumlah lapisan geogrid yaitu 1, 2, dan 3 lapisan pada pondasi menerus yang diletakkan di permukaan tanah dengan RC 85%.

Tanah dibuat dengan d/B 0, 0,5, 1. Pondasi menerus dengan lebar pondasi 10 cm dengan jumlah lapisan geogrid 1, 2, dan 3 lapis perkuatan. Perlakuan benda uji ditunjukkan pada **Gambar 3**.

Pembebanan dilakukan dengan menggunakan dongkrak hidrolik. Untuk mengetahui besarnya beban yang terjadi digunakan *load cell*. Pembebanan dilakukan pada pondasi menerus berupa kayu yang dilapisi baja pada seluruh permukaannya. Detail dari uji pembebanan ini dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 3. Perlakuan Benda Uji



Gambar 4. Detail Uji Pembebanan

Metode Analisis Data

Dari hasil pengujian pembebanan, diperoleh data beban yang dapat ditahan tanah setiap 50 kg beserta penurunannya untuk pasir tanpa perkuatan dan untuk pasir dengan perkuatan geogrid.

Daya dukung dihitung dengan persamaan berikut:

$$qu = \frac{Pu}{A}$$

dimana,

P_u = beban maksimum yang dicatat saat uji pembebanan

A = luasan pondasi

Setelah didapatkan daya dukung yang terjadi, dilakukan analisis BCI untuk mengetahui rasio peningkatan yang terjadi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Dasar

Dari pengujian dasar yang dilakukan terhadap tanah pasir, didapatkan hasil sebagai berikut :

a. Gradasi Butiran Tanah

Menurut sistem klasifikasi tanah (U.S.C.S) maka diketahui jenis tanah termasuk ke dalam gradasi pasir SP (*Poorly Graded Sand*), yaitu pasir bergradasi buruk dan pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus.

b. Specific Gravity

Didapatkan nilai *specific gravity* sebesar 2,6481.

c. Pemeriksaan Kepadatan Tanah

Berdasarkan pengujian kepadatan standar (*compaction*) didapatkan hasil berat isi kering (γ_d) maksimum sebesar 1,801 gr/cm³ dengan kadar air optimum (OMC) sebesar 13,038%. Pada penelitian ini digunakan Rc 85% sehingga kepadatan pengujian (γ_{lap}) menjadi 1,531 gr/cm³.

d. Kuat Geser Langsung (*Direct Shear*)

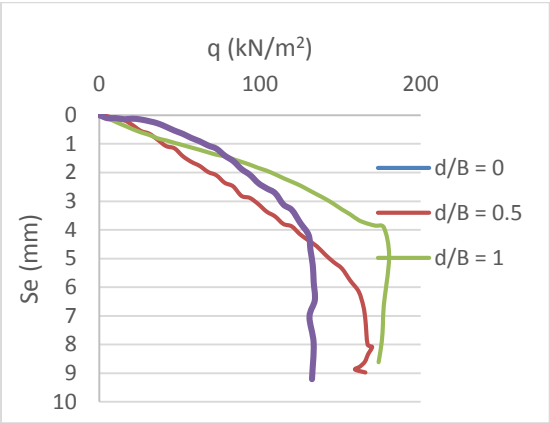
Berdasarkan uji kuat geser yang telah dilakukan, diperoleh nilai sudut geser tanah (ϕ) sebesar 41,25° dan nilai kohesi (c) sebesar 0,027 kg/cm²

Analisis Daya Dukung Pasir Tanpa Perkuatan

Dari hasil pembebanan yang sudah dilakukan pada pasir tanpa perkuatan, diperoleh hasil daya dukung dan penurunan sebagai berikut.

Tabel 1. Nilai Daya Dukung Berdasarkan Eksperimen untuk Pasir tanpa Perkuatan

Variabel	Beban	Penurunan	s/B	qu
	(kg)	(mm)	(%)	(kN/m ²)
d/B=0	1360	27,420	27,420	141,667
d/B=0,5	1630	8,088	8,088	169,792
d/B=1	2806	8,615	8,615	173,854

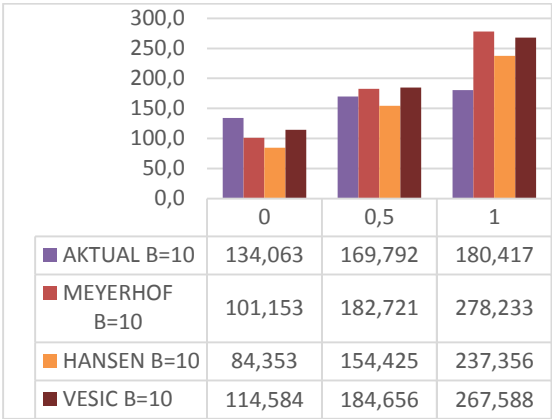


Gambar 5. Hubungan Tegangan Dan Penurunan Tanah Pada Tanpa Perkuatan Dengan Pondasi 10 dan variasi kedalaman

Selain dengan melakukan pengujian di laboratorium, juga dilakukan pendekatan perhitungan secara analitik pada tanah pasir tanpa perkuatan. Untuk mendapatkan nilai daya dukung secara analitik, maka digunakan metode Meyerhof dan metode Hansen-Vesic. Nilai daya dukung yang didapatkan menggunakan 2 metode tersebut ditampilkan pada **Tabel 3** berikut.

Tabel 2. Nilai Daya Dukung Analitik untuk tanpa Perkuatan

B=10 (cm)	qu (kN/m ²)			
	Eksperimen	Meyerhof	Hansen	Vesic
d/B				
0	134,063	101,153	84,353	114,584
0,5	169,792	182,721	154,425	184,656
1	180,417	278,233	237,356	267,588



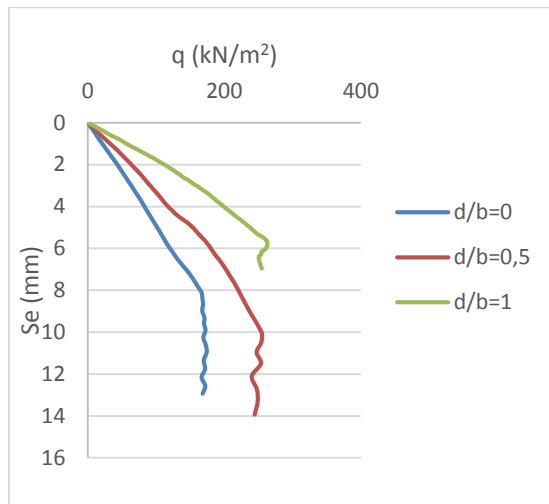
Gambar 6. Perbandingan Nilai Daya Dukung Untuk Tanah Tanpa Perkuatan dengan faktor kedalaman

Analisis Daya Dukung Pasir dengan Perkuatan

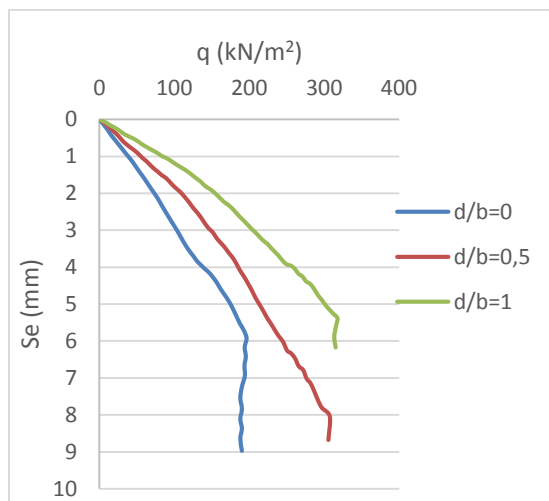
Dari hasil pembebanan yang dilakukan pada pasir yang menggunakan perkuatan dengan variasi d/B dan jumlah lapis geogrid diperoleh hasil berupa daya dukung dan penurunan sebagai berikut.

Tabel 3. Nilai kadar air dan berat isi kering tanah perkuatan

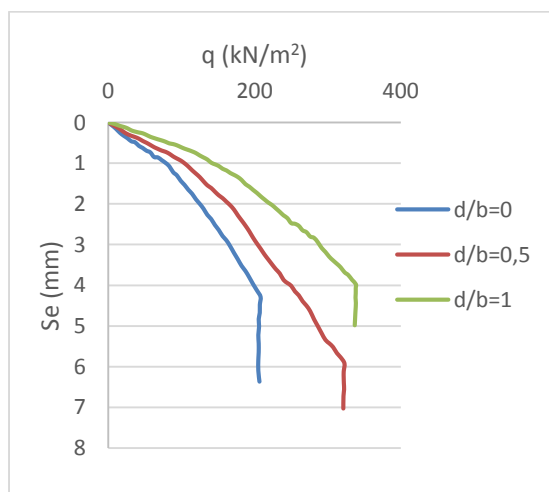
No.	Lebar Pondasi	Variabel	Berat isi kering	Kadar air
			(gr/cm ³)	(%)
1.	B = 10 cm	d/B=0 , n=1	1,525	10,44
2.		d/B=0 n=2	1,516	10,79
3.		d/B=0 n=3	1,539	10,13
4.		d/B=0,5 n=1	1,542	10,43
5.		d/B=0,5 n=2	1,535	10,23
6.		d/B=0,5 n=3	1,515	10,40
7.		d/B=1 n=1	1,529	9,58
8.		d/B=1 n=2	1,522	10,44
9.		d/B=1 n=3	1,510	10,03



(a)



(b)



(c)

Gambar 7. Hubungan Tegangan Dan Penurunan Tanah Perkuatan: (a) Jumlah Lapisan Perkuatan (n) = 1; (b) Jumlah

Lapisan Perkuatan (n) = 2; (c) Jumlah Lapisan Perkuatan (n) = 3

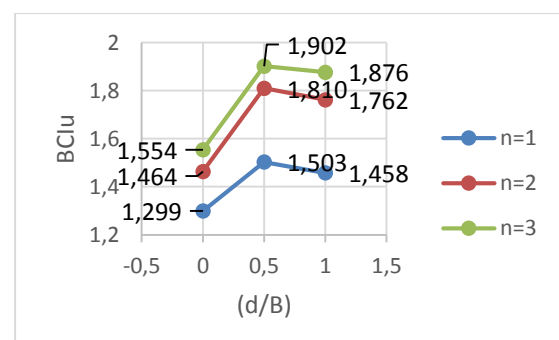
Pada pasir tanpa perkuatan dan dengan perkuatan, pada pola keruntuhannya terlihat tidak konsisten. Namun untuk beban batasnya, semakin dalam letak pondasi mak daya dukung yang dihasilkan juga semakin besar, namun pada kedalaman 1B mendapat sedikit peningkatan dibanding 0,5B.

Analisis *Bearing Capacity Improvement* Berdasarkan Daya Dukung Ultimit (BCIu)

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui nilai dari peningkatan daya dukung yang terjadi akibat penambahan perkuatan geogrid. Untuk melihat pengaruh dari rasio d/B pada BCI, maka dapat dilihat dari **Tabel 4** dan **Gambar 9**.

Tabel 4. Nilai BCIu pada Variasi Rasio d/B terhadap Jumlah Lapisan Perkuatan

Jumlah Lapis Perkuatan (n)	d/B	qu Tanpa Perkuatan (kN/m ²)	qu Dengan Perkuatan (kN/m ²)	BCIu
1	0	134.063	174.167	1.299
	0.5	169.792	255.208	1.503
	1	180.417	263.021	1.458
2	0	134.063	196.25	1.464
	0.5	169.792	307.292	1.809
	1	180.417	317.813	1.762
3	0	134.063	208.333	1.554
	0.5	169.792	322.917	1.902
	1	180.417	338.542	1.876



Gambar 8. Perbandingan Nilai Daya Dukung Tanah Dengan Menggunakan Perkuatan Pada Variasi Jumlah Lapisan geogrid

Dapat dilihat dari **Tabel 4** dan **Gambar 8** bahwa semakin besar rasio d/B , maka nilai daya dukung akan semakin besar dan semakin banyak jumlah lapisan geogrid maka nilai daya dukung akan semakin besar. Nilai BC_{lu} optimum didapat pada geogrid=3 dan rasio $d/B=0,5$.

Pengaruh Rasio d/B dan Jumlah Lapisan Geogrid terhadap Nilai Daya Dukung

Dari hasil percobaan didapatkan hasil pada variasi rasio d/B apabila ditinjau dari beban ultimit yang bekerja menunjukkan semakin besar rasio d/B maka nilai daya dukungnya akan semakin meningkat. Untuk jumlah lapisan geogrid, jika ditinjau pada beban ultimit didapatkan hasil semakin banyak jumlah lapis geogrid yang digunakan akan semakin besar nilai daya dukungnya. Pada penelitian ini didapatkan hasil dengan semakin besar rasio d/B dan semakin banyak jumlah lapis geogrid maka nilai daya dukung akan semakin besar, namun pada $d/B=1$ dan jumlah lapis geogrid 3 hanya mendapat sedikit penambahan nilai daya dukung. Pada penurunan yang terjadi menunjukkan hasil yang tidak konsisten akibat faktor dari kedalaman.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan variasi rasio d/B 0, 0,5, dan 1, serta jumlah lapisan perkuatan geogrid (n) 1, 2, dan 3 pada pemodelan tanah pasir dengan lebar pondasi (B) 10 cm dan jarak lapis pertama geogrid dan SV adalah 0,25B. $RC = 85\%$, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada variasi rasio d/B dengan perkuatan geogrid menyebabkan penambahan daya dukung pada tanah pasir, namun

pada rasio $d/B=1$ hanya menambah sedikit peningkatan daya dukung.

2. Pada variasi penambahan jumlah lapis geogrid menyebabkan peningkatan daya dukung pada tanah pasir, namun pada penambahan jumlah lapis adalah 3 hanya menambah sedikit peningkatan daya dukung.
3. Penggunaan variasi d/B memberikan peningkatan rata-rata sebesar 42%, 68% dan 78%. Untuk Variasi jumlah lapis geogrid memberikan peningkatan sebesar 44%, 74% dan 70% dari tanah tanpa perkuatan.
4. Penggunaan efektif geogrid terdapat pada kedalaman 0,5B dengan jumlah lapis geogrid 2 layer menunjukkan persentase penambahan tertinggi dari lapis sebelumnya dengan persentase penambahan 57%.

SARAN

Terdapat beberapa saran yang diharapkan mampu membantu penelitian berikutnya, sarannya adalah sebagai berikut.

1. Diperlukannya tata cara dan langkah pemadatan yang tertata dengan baik yang dilakukan pada setiap layer sehingga kepadatan setiap layer menjadi seragam, hal ini mampu membuat tanah memberikan respon yang mampu menahan beban oleh pondasi.
2. Permukaan tanah yang memiliki kontak langsung dengan permukaan pondasi sebaiknya diratakan dan di beri waterpass agar penurunan yang terjadi adalah seragam.
3. Dalam penelitian berikutnya, sebaiknya menggunakan boks yang lebih kuat sehingga tidak terjadi lendutan di sisi boks yang kemungkinan menyebabkan pengurangan tegangan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E. 1993. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Chen, Qiming. 2007. An Experimental Study on Characteristics and Behavior of Reinforced Soil Foundation. *Disertasi*. Tidak dipublikasikan. China: Tongji University.
- Das, B.M. 1999. *Shallow Foundations Bearing Capacity and Settlement*. California: CRC Press LLC.
- Das, B.M. 2011. *Principles of Foundation Engineering Seventh Edition*. Stamford: Cengage Learning.
- Demiroz, A. & Tan, O. 2010. An Experimental Study for Settlement of Strip Foundation On Geogrid-Reinforced Sand. *Scientific Research and Essays*. Vol 5 (21) pp:3306-3312. Turki : Fakultas Teknik Universitas Selcuk
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2009. *Modul Pelatihan Geosintetik*. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2009. *Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah Dengan Geosintetik*. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.
- Dinas Pekerjaan Umum. 2009. *Modul Pelatihan Geosintetik Volume 1: Klasifikasi dan Fungsi Geosintetik*. Jakarta : Dinas Pekerjaan Umum
- Hardiyatmo, H.C. 2002. *Teknik Fondasi 1 Edisi Ketiga*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Hardiyatmo, H.C. 2011. *Analisis dan Perancangan Fondasi I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hausman, Manfred .1990. "Engineering Principles Of Ground Modification".Singapore: McGraw-Hill, Inc
- Indrawahyuni, H. et al. 2012. Pengaruh Perkuatan Pile Terhadap Daya Dukung Pada Pemodelan Fisik Lereng Tanah Pasir. *Jurnal Rekayasa Sipil*. Vol 6 (3) pp:1978-5658. Malang: Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
- Isparmo. 2011. Geogrid, Definisi dan Fungsi. (<http://geotextile.web.id/geogrid-definisi-dan-fungsi.html>), diakses pada 11 februari 2016.
- Knappett, J.A. & Craig, R.F. 2012. *Craig's Soil Mechanics Eighth Edition*. New York: Spon Press.
- Musthafa, Aris. 2015. Pengaruh Sudut Kemiringan dan Jarak Pondasi Menerus Dari Tepi Lereng Pada Pemodelan Fisik Lereng Pasir Dengan Perkuatan Geogrid. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Malang: Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Patra CR, Das MB, dan Shin EC. 2005. Ultimate Bearing Capacity Of Eccentrically Loaded Strip Foundation On Sand Reinforce With Geogrid .Makalah dalam *Symposium in Tsunami Reconstruction with Geosynthetics*. National Institue of Technology. Bangkok, 8-9 Desember 2005
- Silmi, Niken. 2012. *Stabilisasi Lereng dengan Geotextile*. Jogja: Joglo Semar.

- Taha, Mohd. Raihan & Altalhe, Enas B. 2013. Numerical and Experimental Evaluation of Bearing Capacity Factor N_γ of Strip Footing on Sand Slopes. *International Journal of Physical Sciences*. 8 (36): 1807 – 1823. Malaysia:Universitas Kebangsaan Malaysia
- Tjie-Liong, Gouw .2006. Geosynthetics Design Concept for Road Construction Makalah dalam *Road Construction in Indonesia with Special Reference to the Role of Geosynthetics*. HATTI.Bandung 6 April 2006
- Utomo, Pontjo. 2004. Daya Dukung Ultimit Pondasi Dangkal di Atas Tanah Pasir yang Diperkuat Gogrid. *Civil Engineering Dimension*. 6 (1):15-20. Palu: Fakultas Teknik Universitas Taduloko
- Yadu, Laxmikant & Tripathi, R.K. 2013. Effect of the Length of Geogrid Layers in the Bearing Capacity Ratio of Geogrid Reinforced Granular Fill-soft Subgrade Soil System. *Elsevier, Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 104:225-234